

ZUI を利用した多画面对応議論ソフトウェア Borderless Canvas

栗原一貴[†] 椿本弥生^{††} 望月俊男^{†††} 大浦弘樹^{††}
西森年寿^{††} 中原淳^{††} 山内祐平^{††} 渡部信一^{††††}

本稿では、多画面对応議論ソフトウェアを開発し、その教育現場における運用実験について報告する。本ソフトウェアではZUIを採用し、PowerPointで作成された資料が配置された1枚の模造紙型の広大なキャンパスを発表者と聴衆が各自の情報端末で共有し、自由な資料閲覧とペン書き込みを可能とする。また、プロジェクタなどの情報提示装置を複数利用することにより、発表者が説明しているスライドの前後のスライド表示が可能であり、聴衆によるプレゼンテーションの理解度向上を支援する。

Borderless Canvas: a ZUI Multi-display Discussion Software

Kazutaka Kurihara[†] Mio Tsubakimoto^{††}
Toshio Mochizuki^{†††} Hiroki Oura^{††}
Toshihisa Nishimori^{††} Jun Nakahara^{††}
Yuhei Yamauchi^{††} Shin'ichi Watanabe^{††††}

This paper provides development details on a multi-display discussion software and discusses lessons learned from a situated study. Utilizing ZUI (Zooming User Interface), this software allows all the discussion participants to share a "zoomable canvas," which displays presentation slides created by Microsoft PowerPoint, and to freely view the slides and write comments on the "canvas" with an electronic pen, unimpeded by the usual hierarchical barrier between the presenter and the audience, thus deepening the discussion between them. By preparing additional public display screens in the room, the presenter can also display slides coming before or after the main slide being shown, making the display of slides on-site more dynamic.

1. はじめに

近年、プレゼンテーションの能力は、社会的要請の高まりを受けて、教育現場でも広く取り上げられるようになってきた[4]。これまでのICTを活用したプレゼンテーション教育では、発表者がいかに効率的かつ好印象に情報を伝達できるかにフォーカスが当たっていたといえる[6]。もちろんこれらのスキルの重要性は言うまでもない。しかし、結果として現実に行われている、スライド提示型のプレゼンテーションや授業では、しばしば以下のような問題が散見されている。

(1)プレゼンテーションの最中に、聴衆が細かい点まで積極的に質問したり意見を投げかけたりしにくい。その結果、一方的な発表になるばかりでなく、最後の質疑応答で、聴衆から質問や意見が出なかったり、詳細に至るまで議論が深まらない[1]。(これは特に議論の場で和を重んじ沈黙することに価値を見出す文化背景のある日本では深刻な問題である。)

(2)発表に用いられるスライドの中に多くの情報が盛り込まれていて、発表者のスピードが速く、聴衆がよく理解できないまま発表が進んでいく[9]。

(3)各スライドに含まれる情報の相互関係を把握しにくい。

これらは、発表者と聴衆の間での情報共有活動に不一致が存在することを示している。これは現在のプレゼンテーション教育およびプレゼンテーション方法論が発表者側に寄り過ぎており、プレゼンテーションの「場」に対する「聴衆のコミットメント」の組み込みが不十分であることが原因であろう。

我々は、「より多くの参加者がコミットし、多様な意見の交流を経て、新たな知識を生み出していく」ことこそプレゼンテーションの本来あるべき姿だと考え、そのような活動をICTにより支援し、またその活動を通じて新たな知識を産出する力を育成する教育を可能にする議論ソフトウェアを研究しており、これまでに基盤システムのプロトタイプ提案を行ってきている[7]。

2. 関連研究

発表中の聴衆のコミットメントを考慮した先行研究として、一般によく用いられているARS (Audience Response System)やClassroom Presenter[2]およびClassroom Learning

[†] 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

^{††} 東京大学
The University of Tokyo

^{†††} 専修大学
Senshu University

^{††††} マイクロソフト・ディベロップメント株式会社
Microsoft Development Co., Ltd.

Partner[5], Livenotes[3]などが挙げられる。ARS および Classroom Presenter, Classroom Learning Partner は、発表者が用意したスライド資料中の特定の箇所での設問に対し、聴衆が選択肢を選んだり電子ペンで書き込みを行うことで回答できるシステムである。Livenotes は、聴衆がスライドごとにホワイトボードを共有することで、関連する情報交換を進めることができる。

我々も、これらのような発表者・聴衆間の情報チャネルの確保、および聴衆間の情報チャネルの確保の重要性を認識しており、本研究で踏襲している。それに加えて、知識創発型のプレゼンテーションでは、発表者と聴衆との間での絶対的な権限の差を前提としないことが望まれる。そこで主たる進行役は発表者が担いつつも、その進行に影響を与えるほどに、聴衆が主体的に、また協動的に議論に関わっていただけるような仕組みを導入する。

3. システムデザイン

我々が開発した Borderless Canvas は、以下のような特徴がある。

3.1.1 Borderless Annotation Sharing

聴衆が「聞く」のではなく、「議論する」プレゼンテーションを実現する。発表者がスライドに手書きインクによるアノテーションを行うことはもちろん、聴衆が、発表の最中に自分から質問・疑問をスライドの画面に書き込み、それを参加者全体（発表者と聴衆）でリアルタイムに共有し議論する。既存の手書きアノテーションツールや共有ホワイトボードツールとは異なり、発表者と聴衆の垣根がなく、誰でもいつでもどこでも書き込みが行える点が特徴である（図1）。

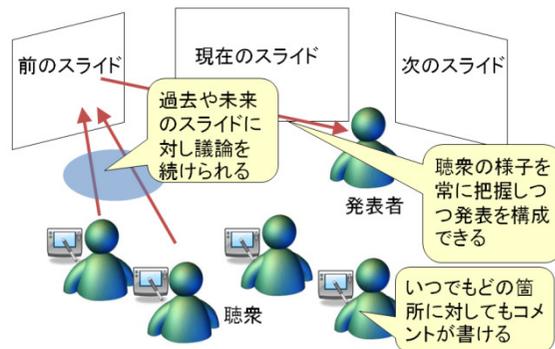


図1 Borderless Canvas の概要

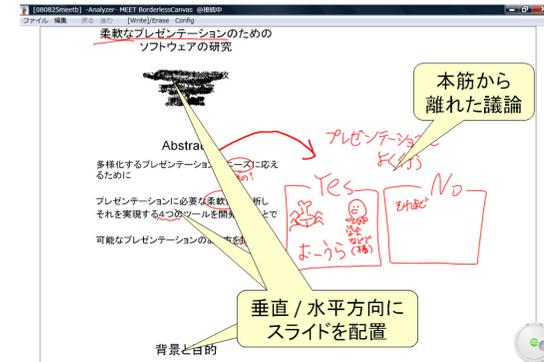


図2 Zooming User Interface の概要

3.1.2 Borderless ZUI Information Space

聴衆の手元の PC では、発表者のプレゼンテーションと独立して、自由に前後のスライドを確認して発表の予・復習をすることができる。既存ツールとは異なり、ZUI (Zooming User Interface)が採用されているので[8]、複数のスライドをシームレスに1画面に同時表示する「ズームイン・アウト」機能によって、俯瞰的にスライド間の関係を考えることができる。（図2）

3.1.3 Borderless Display Extension

複数の大型パブリックディスプレイが利用できる場合は、聴衆が発表内容をしっかり理解できるように、発表スライドの前後の画面、および資料全体の俯瞰図を聴衆に提示できる。また、先ほど述べた（1）の特徴により、同時に提示された議論用のスライド群のそれぞれに対し複数の聴衆が意見を書き込むことも可能なため、それらを比較検討することで内容理解を支援できると期待できる。

なお、スクリーンの追加には事前に特別な準備をする必要はなく、会場で利用可能なディスプレイの数に応じて動的に増減可能である（図1）。

3.1.4 その他の特徴

Borderless Canvas は、議論のたたき台となる資料として、Microsoft PowerPoint で作成したスライド資料をドラッグアンドドロップにより ZUI のキャンパスに並べて配置することが可能である。また、Web ブラウザからの簡単な操作により必要なソフトウェアのセットアップが自動的に行われ参加者の PC 端末上で実行されるため (ClickOnce による配布)、可用性が高い。

4. インタフェース

Borderless Canvas のインタフェースはシンプルである。図3のように、すべての参

加者（発表者および聴衆），および大型情報提示装置に接続されたPC端末で，同一のクライアントソフトウェアを実行する．実行は非同期にいつでも行うことができ，次の3ステップからなる．

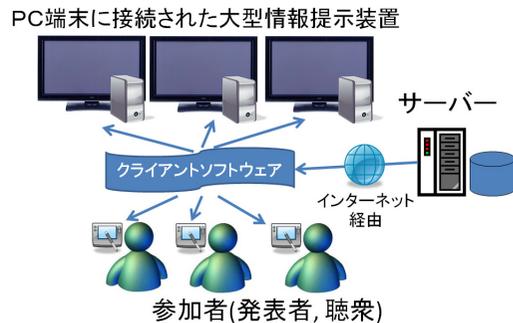


図 3 Borderless Canvas のシステム構成

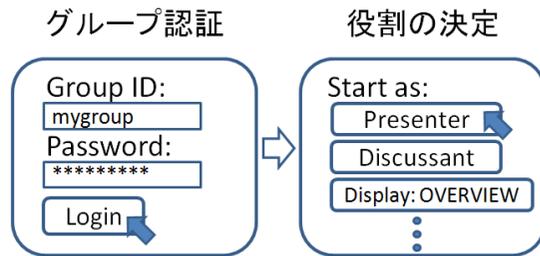


図 4 グループ認証と役割の決定

4.1 グループ認証

Web ブラウザから Borderless Canvas のサイトにアクセスし，参加者間で知られているグループ ID 文字列とパスワードを入力し，ログインする（図 4 左）．

4.2 役割の決定

発表開始時の役割（発表者，聴衆，常に 1 枚前のスライドを表示するディスプレイ等）を決定すると，ClickOnce により直接クライアントアプリケーションが動作する．この役割は暫定的なものなので，発表中に動的に変更が可能である（図 4 右）．

4.3 アノテーションと視点移動

クライアントアプリケーションは図 5，図 6 のような外観である．タブレットペン

による書き込みと消しゴムによる書き込みの消去がいつでも行える．また，右下の「ホイール」のつまみを左右に回転させることにより，視野のズームインとズームアウトを行える．視野を平行移動したい場合は，タブレットペンの側面のボタンを押しながら画面上でドラッグを行うか，ファンクションキーを用いることによりスライド単位で前後に移動できる．もしもユーザが発表者の役割をはたしている際は，視野移動がすべてのクライアントに反映される．ただし，発表者とは独立して書き込みや視野移動を行っている聴衆への反映は，最新の書き込み・視野移動が終わって 10 秒経つまで遅延され続ける．

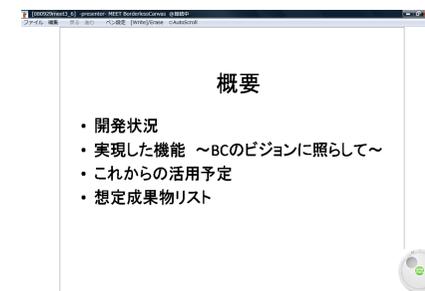


図 5 クライアントソフトウェアの外観（スライドを表示中）

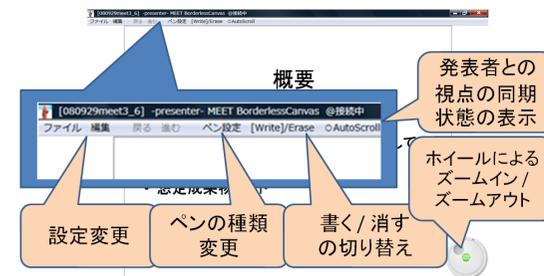


図 6 クライアントソフトウェアの機能

5. システム構成

Borderless Canvas はクライアントサーバーシステムである．Web サイトから起動されたクライアントソフトは，数秒おきにサーバに通信し，そこで各クライアントとの

状態の同期を行う。使用場所で通信設定を行うことが必要なアドホックネットワークを用いた通信方式と比べて、利用開始までの障壁が低く、同時接続数がスケラブルであり、参加者が遠隔地にいても活用できる点が利点である。

6. 教育現場における実践による評価

我々は Borderless Canvas（本章に限り BC と略す）を大学院授業に適用し、実践評価を行った。以下に詳細を示す。

6.1 実践授業の概要

6.1.1 授業および参加者

大学院の授業（1科目）にて半年間運用を行った。受講者は大学院生 15 名程度（回により変動あり）であった。

6.1.2 使用した機材

教室では、学生と教員用の Tablet PC（インターネット経由で BC サーバに接続）を参加者全員に配布した。大型情報提示装置としてプロジェクタおよび 100 インチスクリーン一式を用い、さらに 50 インチプラズマディスプレイ 2 台をスクリーンの左右に 1 台ずつ設置した（図 7）。



図 7 実践授業の様子

6.1.3 授業形態

受講者は 4 つのグループに分かれ、3 週を 1 セットとして、計 4 セットの授業を行った。1 セットごとに 1 つのデジタル教材とそれに関する思想や理論を取りあげ、教材を体験し批評を行なった。その一環として、担当グループの学生が教材の背景となる教育理論について発表する際に BC が活用された。この活動では、BC を用いて、発表者も受講者もそれぞれの Tablet PC から自由に疑問点や意見を書き込んだ（図 8）。その際、発表者は中央のプロジェクタスクリーンと左右のプラズマディスプレイ上に、

発表中のスライド（中央）・直前に発表したスライド（発表者の右手）・直後に発表するスライド（同左手）を同時に提示した。なお、書き込みの情報は全てのディスプレイと Tablet PC で逐次共有された。さらに聴衆は、発表者の進行とは独立して自分の Tablet PC 上で資料を俯瞰したり、過去にさかのぼることが可能であった（図 9）。

本授業における書き込みのルールとして、頻出が予想される内容を文字でなく記号で示すことを担当教員が提案し、受講者間で合意した。このようなルールを定めた理由は、全ての意見を文章で書くのは大変であり、他の書き込みのためのスペースが足りなくなるといった懸念からである。記号は以下の 3 つであった。カッコ内は記号の意味である。すなわち「?（疑問あり）」、「i（補足情報を提供できる）」、「^_^（おもしろい）」。

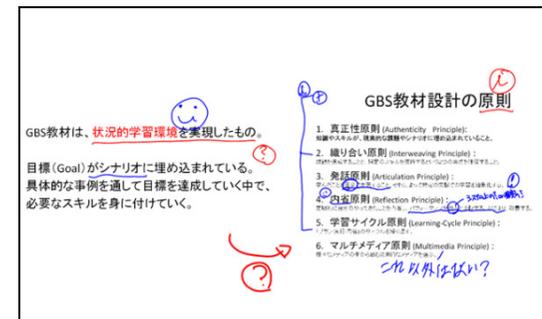


図 8 実践授業における Borderless Canvas でのコメント書き込みの様子



図 9 実践授業において自由に視点移動と書き込みを行う学生

6.2 調査目的

本研究を実施するにあたり、従来のプレゼンテーションの問題点を指摘した。すなわち、(1)聴衆が質問しにくく、議論が深まりにくい、(2)聴衆がよく理解できないまま発表が進行する、(3)各スライドの相互関係を把握しにくい、の3点である。

今回の調査では、BC がこれらの問題点を解決できたか否かについて、受講者による自由記述の回答から考察を行う。

6.3 調査方法

メディア教育開発センターが提供するアンケートシステム REAS (Realtime Evaluation Assistance System)を利用して、受講生にアンケートを実施した。アンケート項目は全8項目であり、すべて自由記述回答を求めた。6.4.ではこのうち6項目について論じ、残り2項目については6.5.2において触れる。

6.4 結果

各項目において、頻出した内容ごとに回答の分類を行った。各調査項目の結果を以下に示す。

6.4.1 授業準備と発表に対するBCの影響（問題点1に対応）

BCを利用することで発表者は聴衆を想定し、一方的な発表に陥らないよう準備や発表を進めていたことが明らかになった(9名)。また、発表のためにしっかり予習復習を行う姿もみられた(3名)。

6.4.2 発表を聞く時の意識・態度の違い（問題点2に対応）

BCを利用することで、聴衆は発表に対して能動的・批判的な態度で臨んでいた(8名)。具体的には、BCでスライドを見直したり、情報の関連づけを行ったりという活動がみられた(2名)。これは、スライド1枚1枚を深く考え、コメントを書き込む(回答では、しばしば「ツッコミを入れる」と表現されている)場所を探すという行動が、批判的態度和なっていた。しかし一方で、自由にスライドを見ていると発表に取り残されてしまうという現象も報告された(2名)。

6.4.3 発表の内容理解に役立つ機能（問題点2に対応）

スライドを後ろに戻すことで、説明し終わった内容を振り返る機能が便利であった(5名)とされ、その理由としては、授業の内容理解に役立つ(1名)という意見がみられた。さらに、心理的障壁が低い(1名)という意見もみられ、BCでは聴衆が意見を表明しやすいという、書き込みによる参加促進機能が指摘された。

6.4.4 質疑応答における意識・態度の違い（問題点1に対応）

BCでは挙手や発声などの目立つ行為を介さずに質問や意見表出が可能であることから、BCを利用すると気軽に意見ができる(5名)という感想が得られた。しかし、表出された意見がBCを使わない場合と比較して質が高いものになっているか否かについては、参加者間で意見が分かれた。

さらに、他者の書き込みが全員に共有され、議論すべきポイントが可視化されるた

め、ポイントに焦点化した議論が可能である(6名)とされた。

しかし一方で、全ての書き込みが共有されるのではなく、個人だけのメモ機能の実装への要望もみられた(1名)。

6.4.5 スライドの前後移動機能について（問題点2・3に対応）

スライドを前後に移動する機能の用途としては、口頭発表の聞き逃し対策(3名)、説明済みの内容の復習や再確認(5名)、スライド全体の俯瞰(発表の構成を一覧する)(2名)、説明済みのスライドへの質問の書き込み(4名)があげられた。

6.4.6 他人の書き込みが自分に与えた影響（問題点2・3に対応）

他人の書き込みの活発さによって、聴衆がとる行動は多様であった。スライドへの書き込みが多い時、自分の書き込みへの意欲が抑制されたり(3名)、逆に促進されたりした(3名)。また、反対にスライドへの書き込みが少ない時、自分の書き込みへの意欲も抑制されたり(2名)、逆に促進されたりした(3名)。

6.5 考察

6.5.1 より多くの参加者のコミットメント

調査の結果から、BCの活用により、発表への聴衆の参加意識向上と能動的・批判的なコミットメントが認められ、発表者も聴衆の存在を意識した準備と発表を行うようになる事例が観察された。また、発表資料に対して聴衆が視点移動とコメント書き込みを行うことにより、発表の理解が促進され、ポイントが焦点化された議論が可能であったことが示された。

特に、発表資料の閲覧速度や視点を、聴衆自身の認知、特に情報処理のスタイル(例えば、資料を継時(順番)的に閲覧するか同時(俯瞰)的かは、学習者の適性によって異なる)や発表内容の難易度に合わせて柔軟に調節できることは、すなわち学習に影響するいくつかの適性の差を柔軟に埋められる(または低減する)可能性を示唆している。

さらに聴衆らは、BCを利用して自発的に資料を俯瞰したり、前のスライドに戻るなどのメタ認知的活動を行っていた。これは、BCの利用により学習の目的(発表内容の理解に基づき、多様な意見交換を行う)が明確化したことから、これらの方略の使用が促されたと考えられる。

これらの結果はBCがより多くの参加者のコミットメントを支援するシステムとしての有効性を示唆するものである。

一方で、BCを使った場合とそうでない場合で議論の質にどのように具体的に貢献しているのかについては、今回の調査ではまだ結論は下せない。さらに評価実験を続ける必要がある。

6.5.2 システムのインタフェースデザイン

今回の調査では、システムのインタフェースデザインの改善に関する有益なフィードバックが得られた。以下にまとめる。

(1) ペンの種類の多様化

ペンの種類に対して、現在は赤、青、黒の三色、太さ3種類の組み合わせで計9種類の選択が可能だが、もっと多様な選択をしたいという意見が多かった。

Andersonら[2]によると、発表者についてはペンの種類を変えるような操作はあまり使われないとのことだったが、聴衆は発表者に比べて余裕があり、またClassroomPresenterとは異なり単一の空間を全員で共有するため、参加者が書き込みにIdentityを付与したい(他者と区別する意味と、自己表現上の個性という意味を両方含む)という思いからこのような結果になったと考えられる。BCの次期バージョンでは多様な色選択を可能にする予定である。

(2) プライベート空間、およびフィルタリング機能の必要性

アンケートで、個人用のメモを取る機能を求める声がみられた。これは、情報を共有する空間とは別に、プライベート空間の必要性を示唆するものである。一方、自分の書き込み内容が即座に参加者全員に知られてしまうことにより、書き込みが躊躇される懸念もあったが、他人の書き込みの頻度が自分に与えた影響については、場の書き込みが少ない時に自分の書き込みが促進または抑制されるという意見、および反対に場の書き込みが多い際に自分の書き込みが促進または抑制されるという意見がそれぞれ得られたことから、本実験の範囲内ではそれほど問題ではなかったと考えられる。しかし実験の規模が小さい現状では、まだ一般的な結論を下すことはできない。さらに大規模かつ継続的な検証が必要であろう。

もう一点注意すべきなのは、今回のようにすべての書き込みが一つの空間に即時共有され、それらをフィルタリングする機能(特定の参加者の書き込みのみを表示させる機能)を持たない状況では、書き込みは面積リソースを排他的に共有する環境下でおこなわれるという点である。アンケートからも、「他人が既に書き込んでいるので面積不足から書き込みを抑制した」「書き込みを行いやすいよう、発表資料に空白を多く作った」という行動が報告されており、面積リソースの制約がユーザの行動に影響を与えていることが示唆される。

これらを踏まえて、共有空間とプライベート空間の両立、およびフィルタリング機能の実装を模索する場合、これらの状態を区別するためのインタフェースデザインは単純ではない。特にプライベートな書き込みが誤って公開されてしまう人為的ミスは、高い信頼性で防がなければならない。発表者ほどではなくとも認知・心理的負荷の高いタスク下にある聴衆が、誤りなく共有向け・プライベート向けの書き込み、およびフィルタリングを行うことができるデザインが望まれる。これは今後の課題である。

7. マルチディスプレイ環境の検証実験

さらに我々はBorderless Canvasの提供するマルチディスプレイ環境が聴衆の理解度

に与える影響を教育現場で検証した。

7.1 実験の概要

7.1.1 実験協力者と役割

大学学部の講義(1科目)において、実験協力者の教員1名がPowerPointとBorderless Canvasをそれぞれ1回ずつ用いて進行した。実験協力者の受講者は大学生58名および51名(回により変動)であった。講義はインストラクショナルデザインについての内容で、教員はあらかじめ準備したスライド(回ごとに内容は異なる)に基づき進行した。受講者はスライドの内容を適宜自分のメモにまとめた。

7.1.2 使用した機材

教室では、教員がPowerPointで作成したスライド資料を、2種のソフトウェアを用いてノートPCにより提示しながら講義を進めた。PowerPointの回では大型情報提示装置としてプロジェクタを1台用いて、PowerPointにより提示した。Borderless Canvasの回ではプロジェクタを3台設置し、資料中の連続する3枚のスライドを同時に表示した(図10)。受講者側にはBorderless Canvas用の機器は用意しなかった。

7.2 調査目的

3.1.3節で、Borderless Canvasが発表会場で利用可能な設備を用いて柔軟にディスプレイ環境を拡張可能であることを述べた。この機能のみに注目しBorderless Canvasをマルチディスプレイプレゼンテーションシステムとらえた時、1章で述べた従来のプレゼンテーションの問題点のうち、聴衆の理解に関する問題点:(2)聴衆がよく理解できないまま発表が進行する、(3)各スライドの相互関係を把握しにくい、の観点に照らしてどのような効果があるかを受講者のアンケート回答から考察する。なお本実験では、Borderless Canvasの大きな特徴である、視点移動や書き込み共有といった聴衆側の主体的な活動がない状況で、純粋にディスプレイ環境が聴衆の理解度に与える影響を調査している点に注意する。

7.3 調査方法

受講者に対し全17項目からなる5段階評価のアンケート項目を、PowerPointの回(PP)、Borderless Canvasの回(BC)の授業終了時にそれぞれ行った。17項目のうち、聴衆の理解度に関する13の質問項目を表1にまとめた。回答は任意であり、PowerPointの回は24名、Borderless Canvasの回は18名であり、2回のアンケートに答えた人数は13名であった。

7.4 結果

2回のアンケートに回答した13名について、各項目において対応ありのt検定を行ったところ、「講義のメモは取りやすかった($t(12)=-3.59, p<.01$) (BC>PP)」、「講義のスライドの速度は適切だった($t(12)=-3.09, p<.01$) (BC>PP)」、「講義中、内容に対する疑問や質問が生じた($t(12)=2.31, p<.05$) (PP>BC)」の3項目について有意差が認められた(表1, 図11)。



図 10 マルチディスプレイ発表環境検証実験の様子

表 1 アンケート項目と検定結果

質問項目	t(12)	p
講義(レクチャー)に集中していた	.617	.549
講義(レクチャー)は聴きやすかった	-1.594	.137
講義(レクチャー)の内容をよく理解した	1.171	.264
講義(レクチャー)のメモ(ノート)は取りやすかった	-3.593	.004
講義(レクチャー)中、講師に質問をしたかった	.843	.416
講義(レクチャー)中、内容に対する疑問や質問が生じた	2.309	.040
講義(レクチャー)のスピードが速かった	1.534	.151
講義(レクチャー)中、前後の内容の関係に気をつけて、講義を聞いていた	-.413	.687
講義(レクチャー)のスライドは見やすかった	-1.237	.240
講義(レクチャー)のスライドの速度は適切だった	-3.091	.009
講義(レクチャー)のスライドの量は多かった	.365	.721
全体的に、講義(レクチャー)の内容は興味深かった	.898	.387
全体的に、講義(レクチャー)は理解しやすかった	-.693	.502

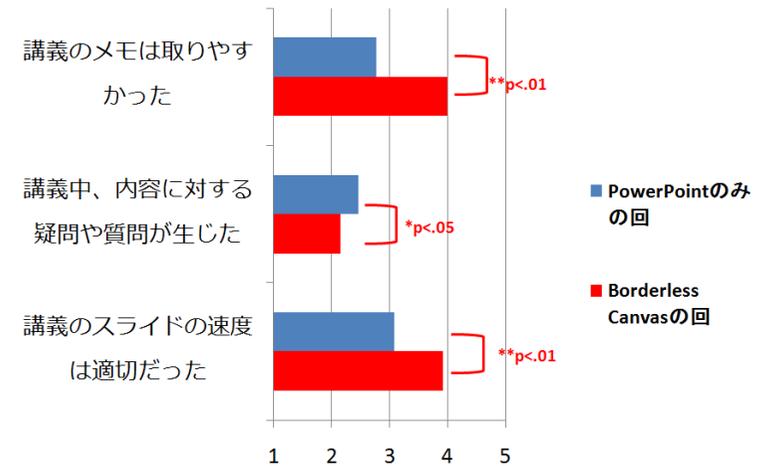


図 11 有意差を得たアンケート項目の詳細

7.5 考察

複数のディスプレイに同時に複数のスライドを表示することにより、スライド1枚あたりの露出時間が増大し、また前後のスライドを同時に比較閲覧することが可能となると考えられる。この効果が、1章で述べた聴衆の理解に関する問題点：(2)聴衆がよく理解できないまま発表が進行する、(3)各スライドの相互関係を把握しにくい、をそれぞれ改善する要因となることが期待される。アンケートの結果からは、直接的に理解度や相互関係の把握に関する項目で有意な差は得られなかった。しかし「講義のメモは取りやすかった (BC>PP)」および「講義のスライドの速度は適切だった (BC>PP)」において有意差が得られたことは、複数ディスプレイ環境の効果によって聴衆が行う内容理解のための活動に有益な影響を与えたことを示唆するものであると考えられる。また、「講義中、内容に対する疑問や質問が生じた (PP>BC)」において有意差が得られたことは、複数ディスプレイ環境の効果によって講義内容に対する理解不足が軽減されたことを間接的に示唆するものであると考えられる。

本実験のように参加者が大人数になる環境では、参加者全員に Borderless Canvas 用の端末を提供することは現状では計算機リソースの面で難しい場合もある。しかしそのような場合でも、発表者が複数ディスプレイ環境を用いることによって、聴衆の理解が支援される可能性を本実験は示唆するものと考えられる。

なお、本実験は2回の講義内容が異なるため、聴衆の理解度を厳密には比較してはならない。また、Borderless Canvas は、原理的にはディスプレイを何台でも接続し使用することが可能であるが、そのディスプレイのサイズや台数により、聴衆の理解を支

援する効果は変化することが想像される。これらのより詳しい評価は今後の課題である。

8. まとめ

本論文では、多画面对応議論ソフトウェア、Borderless Canvas の詳細について示した。Borderless Canvas は、ユーザの利用可能な計算機資源を柔軟に活用しながら、発表者と聴衆の間での情報共有活動の不一致をなくし、プレゼンテーションの参加者全員によってより深い内容理解と活発な議論を支援する。実践授業を通じて、Borderless Canvas が内容理解や議論に果たす効果について有益な知見が得られた。

今後はシステムの公開を通じて広くデータを収集し、知識創発型プレゼンテーションに関するより一般的な検証を行っていく予定である。また、複数の情報提示装置を用いた発表環境をより多様に变化させた場合の聴衆の理解度への影響の検証や、発表者の発表進行速度と聴衆の理解との関係の分析なども行っていきたい。

謝辞 Borderless Canvas の研究開発は、東京大学マイクロソフト先進教育環境寄附研究部門(MEET)の研究として行われた。



参考文献

- 1) 赤堀侃司 (編) : ケースブック 大学授業の技法, 有斐閣, 東京 (1997).
- 2) Anderson, R., Anderson, R., Simon, B., Wolfman, S., VanDeGrift, T., and Yasuhara K.: Experiences with a Tablet PC Based Lecture Presentation System in Computer Science Courses, Proceedings of SIGCSE'04, pp. i-ii (2004).
- 3) Kam, M., Wang, J., Iles, A., Tse, E., Chiu, J., Glaser, D., Tarshish, O., and Canny, J.: Livenotes: A System for Cooperative and Augmented Note Taking in Lectures. Proceedings of CHI'05, pp. 531-540 (2005).
- 4) 岸学, 小暮敦子: 小学生のプレゼンテーション指導における評価項目の検討, 日本教育工学会第23回大会講演論文集, pp.831-832 (2007).
- 5) Koile, K., and Singer, D.: Development of a Tablet-PC-based System to Increase Instructor-Student Classroom Interactions and Student Learning. D.Berque, J. Prey, and R. Reed (eds.) The Impact of Pen-based Technology on Education: Vignettes, Evaluation, and Future Directions, Purdue University Press, pp.115-123 (2006).
- 6) Kurihara, K., Goto, M., Ogata, J., Matsusaka, Y. and Igarashi, T.: Presentation Sensei: A Presentation Training System using Speech and Image Processing. Proceedings of ACM ICMI'07, pp.358-365 (2007).
- 7) Kurihara, K. and Igarashi, T.: A Flexible Presentation Tool for Diverse Multi-display Environments. Proceedings of INTERACT 2007, pp.430-433 (2007).
- 8) Perlin et al.: Pad: An Alternative Approach to the Computer Interface. Proceedings of SIGGRAPH'93,

pp.57-64 (1993).

9) 柳沢昌義, 福田沙織: 黒板とプレゼンテーションソフトによる授業とノートテイキングに関する調査. 日本教育工学会研究報告集(JSET08-5), pp.63-68 (2008).